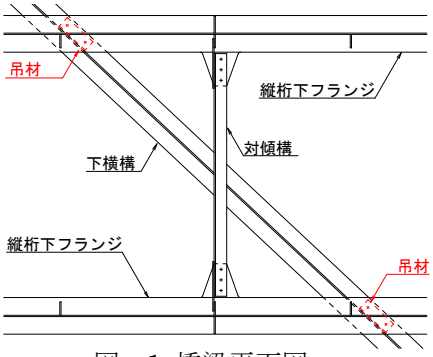
下路トラス橋下横構吊材の変状原因の究明

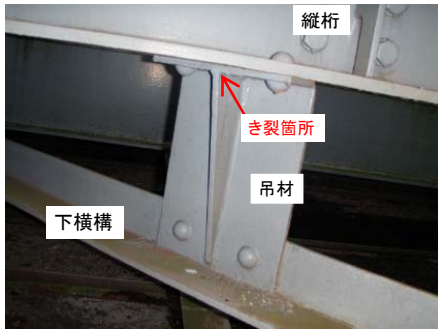
東海旅客鉄道株式会社　正会員　○向井　天
東海旅客鉄道株式会社　瀬平　強美
東海旅客鉄道株式会社　山本　裕士

1．はじめに

東海道新幹線の下路トラス橋では，図－1，写真－1 のように溶接構造の吊材と呼ばれる部材を用いて，下横構を縦桁の下フランジに取付けている．この吊材のリブ溶接止端部には，これまでいくつかの疲労亀裂が発見されている．この亀裂は 2 次部材の変状のため，列車の走行安全性に影響を与えるものではないが，東海道新幹線の鋼橋の維持管理では，吊材に疲労亀裂が発見された場合，新しい吊材を製作・交換している．鉄道橋での吊材や，下横構に関係する変状の調査事例は，これまでいくつか報告されているが，未だ明らかになっていない要因もある [1]．

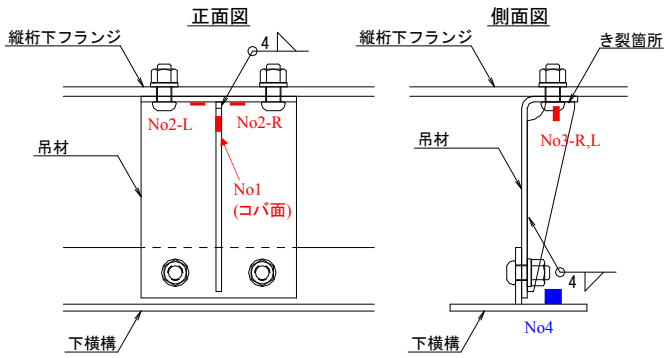


図－1 橋梁平面図



写真－1 下横構吊材

東海道新幹線の，縦桁と吊材を接合しているリベットの弛みに関する調査事例では，リベットは軸方向引張力に対して弱く，弛みは下横構の鉛直方向の振動が影響していると述べられている [2]．また，下横構は車両横荷重に対して，桁端部から支間中央側へ断面が小さく設計されている．そのため，支間中央の下横構は振動しやすく，リベットの緩みは支間中央側に多い傾向にある．今回調査対象とした，リブ溶接止端部の疲労変状も同様に，支間中央側が多くなる傾向にある．一部の箇所では，疲労亀裂が検出され，部材交換を行った吊材から，再び疲労亀裂が検出されている．そのため，現在の吊材に発生している応力を調査し，有効な対策工法を検討した．

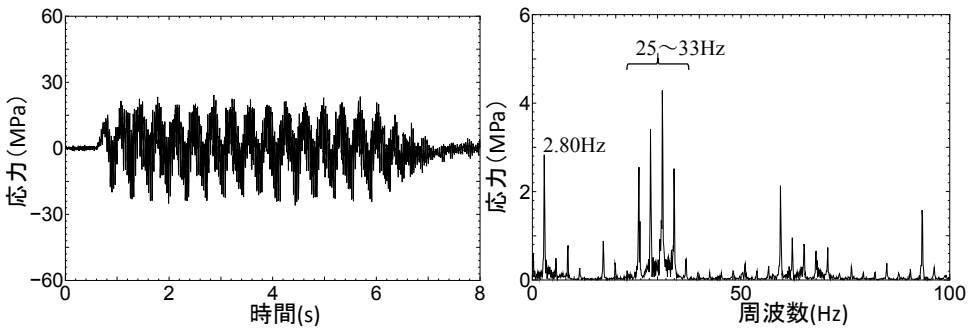


図－2 ゲージ貼付図

2．実橋測定

部材交換後に疲労亀裂が再発した吊材に，図－2 のように溶接止端部から 10mm 離した位置にひずみゲージ(No1～3)を，吊材直下の下横構中央に加速度計(No4 鉛直方向)を取り付け，列車通過時の挙動を測定した．

測定したゲージ No2-R の異なる 2 列車における応力の時刻歴波形と，フーリエ振幅スペクトルを図－3，4 に示す．列車速



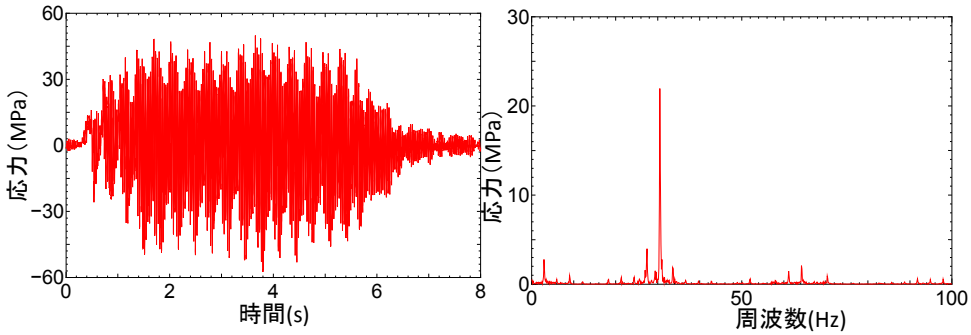
応力の時刻歴波形　　応力のフーリエ振幅スペクトル

図－3　吊材の応力測定結果（列車速度 241km/h）

キーワード：下横構，振動，疲労
連絡先：〒420-0851　静岡市葵区黒金町 29 番地　JR 東海静岡新幹線構造物検査センター　TEL 054-282-8116

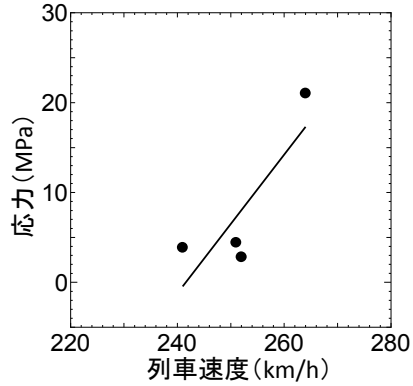
度 241km/h の応力波形は，吊材の振動と思われる成分が含まれているが，規則的な台車の通過が確認でき，25Hz～33Hz 付近に多くの周波数成分を含んでいる．また，2.80Hz にもピークがあり，これは台車の規則的な通過によるものである [3].

一方，列車速度が 264km/h の応力波形は，車軸通過が確認できない振動波形であり，応力振幅で 100Mpa を超えている．振動成分は 30.6Hz に顕著なピークが確認でき，この周波数成分が吊材に疲労亀裂を発生させたと考えられる．次に，ゲージ No2-R の応力のフーリエ振幅スペクトルのうち 30Hz 付近のピーク値と，列車速度の相関を示したグラフを図－5 に示す．相関係数は 0.836 と比較的高く，吊材の 30Hz 付近の周波数成分は，列車速度に比例して大きくなる傾向にある．



応力の時刻歴波形　　応力のフーリエ振幅スペクトル

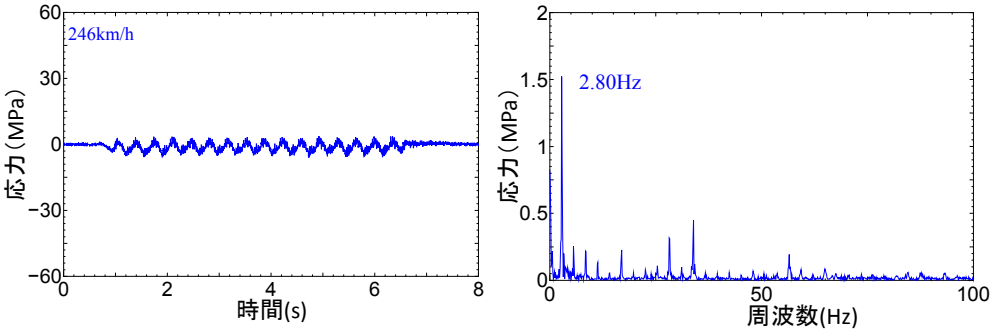
図－4　吊材の応力測定結果（列車速度 264km/h）



図－5　応力と列車速度の相関

3．対策

吊材の溶接止端部に発生する高い応力を低減させること，下横構から伝達される振動の影響を低減することを目的に，対策を実施した．現行の吊材は板厚 9mm，リブ溶接部の脚長 4mm の隅肉溶接となっている．今回は下横構の振動に対する剛性向上，溶接部の疲労強度向上の観点から，吊材の板厚を 12mm に変更し，リブ溶接部を完全溶込溶接とした．また，溶接止端部には，曲率半径 0.5mm で仕上げを行った．



応力の時刻歴波形　　応力のフーリエ振幅スペクトル

図－6　吊材の応力測定結果（列車速度 246km/h）

対策後のゲージ No2-R の応力の時刻歴波形と，フーリエ振幅スペクトルを図－6 に示す．対策により応力範囲は 9.57MPa まで低下した．また，吊材の 30Hz 付近の周波数成分のピーク値は低下し，列車の周波数 2.80Hz が卓越する結果となった．対策により，振動モードが変化したことが確認できる．

4．まとめ

(1)吊材の溶接止端部に生じている疲労亀裂は，下横構の 30Hz 付近の周波数帯による振動が原因である．

(2)吊材の板厚を 12mm とし，止端部の仕上げを施した完全溶込溶接にすることで，溶接止端部の応力は大幅に緩和される．

参考文献：1) 正木洋，阿部英彦，大坪恭：鉄道用トラスの縦桁のたわみが下横構連結部に及ぼす影響，土木学第 58 回年次学術講演会， Ⅰ-464，2003.9

2) 佐藤寛之，吉岡直行，酒井正彦：鋼橋下横構吊材取付リベットの弛みに関する一考察，土木学会第 59 回年次学術講演会， Ⅰ-081，2004.9

3) 宮下剛，石井博典，藤野陽三，庄司朋宏，関雅樹：レーザー計測を用いた鋼鉄道橋の高速走行により発生する局部振動の把握と列車速度の影響，土木学会論文集 A　Vol63 No2，pp.277-296，2007.4